

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-351514

**(43)Date of publication of application : 06.12.2002**

(51)Int.Cl.

G05B 19/404  
B23Q 15/00  
G05B 19/416  
G05D 3/10

(21)Application number : 2001-153336

(71)Applicant : **CANON INC**

(22)Date of filing : 23.05.2001

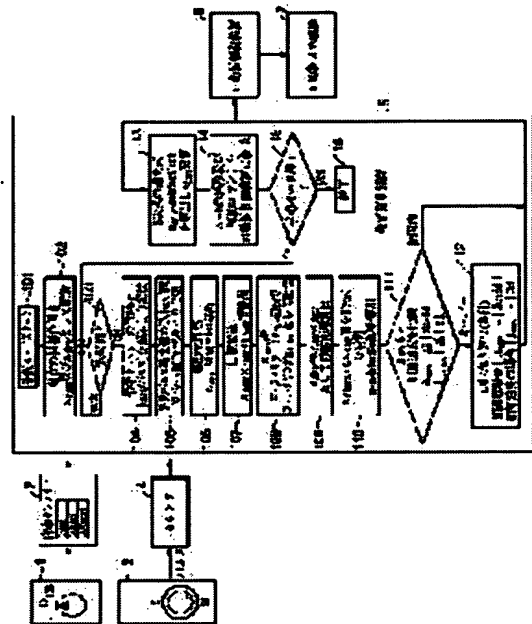
(72)Inventor : **DEGUCHI AKINOBU**

**(54) MANUAL OPERATION UNIT**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent position deviation of a movable shaft from occurring by making it possible to keep the acceleration and derivative acceleration of the movable shaft within an optional set range and accordingly making it possible to keep the movable shaft within the response range.

**SOLUTION:** Pulse strings generated by a manual handle are counted and are commanded to a controller of the movable shaft as a position command. A command with irregularities in a speed is generated because of being operated by a person. In this case, a numerical control regulates maximum acceleration and maximum derivative acceleration which can be responded by the shaft. Data are clipped so as not to command the shaft even though the manual handle inputs acceleration and derivative acceleration faster than the maximum acceleration and the maximum derivative acceleration. Change is made so that a movement command can perform smooth acceleration to command a position controller of the shaft.



## LEGAL STATUS

**[Date of request for examination]**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**[Date of registration]**

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

**[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]**

[Date of extinction of right]



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転角度に応じてパルス列を出力する手動パルス発生器を有し、手動パルス発生器の出力するパルス列を目標移動量に換算して可動軸を移動する数値制御の手動操作装置であって、前記パルス列と可動軸の移動量との換算比率を任意の規定値に設定する切り替え手段を有し、可動軸の移動量を前記換算比率で単位時間毎の目標指令に換算する計算手段において、目標指令が可動軸の加速度と加加速度とを任意の設定値の範囲内に納める計算手段を有することを特徴とする数値制御の手動操作装置。

【請求項 2】 前記任意の加速度と加加速度が可動軸が遅滞無く応答可能な最大加速度及び最大加加速度であることを特徴とする請求項 1 に記載の数値制御の手動操作装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、加工装置の制御装置であり、特に研削、切削等の精密加工が必要な加工装置の手動操作装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 研削、切削等を行う精密な加工装置において、加工の準備、試し加工等で装置の可動軸を手動により移動させる機会は多く、またこの際にも精密な移動が必要である。

【0003】 図 3 で示す様な手動装置において、手動パルス発生器 3 のハンドルの回転角度でパルス列を発生させる手動パルス発生器を用いた手動操作が行われる。手動パルス発生器の回転角度と可動軸の移動量との換算比率は自由に任意の換算比率に変更できるように倍率スイッチ 1 を設けてここで換算比率を決定し、多くの移動をさせたい場合には、換算比率の倍率を大きくし、多くの移動を少ない回転角度で必要な可動軸の移動が行われるようにする。

【0004】 ここで、手動パルス発生器の回転角度と可動軸の移動量との換算比率は可動軸の検出機構の分解能の 1 パルスとの比率で表す。例えば可動軸の分解能が 1 パルス = 0.001 [mm] である場合、換算比率の倍率を 1 ~ 100 倍の任意の整数倍とし、例えば倍率が 100 倍ならば手動パルス発生器が発生する 1 パルスに対し、可動軸が 100 パルス = 0.1 [mm] 移動する。一回転 100 パルスの手動パルス発生器であれば 1 秒間に 1 回転させれば、0.1 [mm/sec] の速度で可動軸が移動する。可動軸の位置制御装置はパルス列で目標位置を指令され移動するので、手動パルス発生器のパルス列から可動軸の移動量との換算は倍率スイッチの設定に従い分周する分周器 301 を使用する機構である。パルス列は分周器 301 でバイ率スイッチ 2 に従った比率で分周され、可動軸制御装置 6 に送られる。可動軸制御装置 6 はこの指令に従って、可動軸メカ機構 7 である

モータを使用して軸を駆動する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら従来例においては、人が任意の速度で手動パルス発生器を回転させる為、回転速度に“ムラ”が発生しやすく、従って移動軸への目標指令にもムラが発生した。特に手動パルスの回転角度から可動軸への換算比率が大きく、なおかつ比較的ゆっくりと移動させる場合にはこの速度ムラは大きくなる。速度ムラが発生した場合でも、従来例のように倍率スイッチによる換算比率の変更が分周器を用いて行う為その速度ムラは直接可動軸の制御装置に指令され、可動軸が速度ムラによる大きな加速度と加加速度の変化に追従して移動しようとする。この時の加減速カーブが可動軸の応答範囲を超える加速度や加加速度を発生させる場合には可動軸が追従しえず位置偏差を生じ、最悪の場合には位置の制御が破綻する事がある。制御不能に陥らない場合においても位置偏差により、例えば工具をワークの近くに移動する場合には位置偏差でオーバーシュートが起こると、接触事故が発生する可能性がある。特に可動軸がエアベアリングで支持され、リニアモータで駆動するような非接触の制御対象である場合には、摩擦による影響がないので駆動時の制限は最大速度では無く最大加速度である場合が多く、従来の様に速度の制限では問題が生じる。

【0006】 また、加速度がモータの推力の限界を超えるような場合には、位置偏差や制御の破綻が生じ、この制限は重要である。加加速度についても、大きな加加速度の変化、特に加速度の不連続点で発生する加加速度の無限大点があるとインパルス状の衝撃が可動軸に加わる為、位置偏差や可動軸の振動につながりやすい。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、回転角度に応じてパルス列を出力する手動パルス発生器を有し、手動パルス発生器の出力するパルス列を目標移動量に換算して可動軸を移動する数値制御の手動操作装置であって、前記パルス列と可動軸の移動量との換算比率を任意の規定値に設定する切り替え手段を有し、可動軸の移動量を前記換算比率で単位時間毎の目標指令に換算する計算手段において、目標指令が可動軸の加速度と加加速度とを任意の設定値の範囲内に納める計算手段を有する構成とする事により、可動軸の加速度及び加加速度を任意の設定範囲内に納めることが可能である為、可動軸の応答範囲内に納めることが可能であり、可動軸の位置偏差の発生を防ぐことができる。また、加減速による可動軸の駆動源であるモータの負荷を一定範囲内に納めることも可能である。更に、加速度及び加加速度を可動軸の応答可能な最大値に規定した場合には、手動パルス発生器を用いて、位置偏差や制御の破綻を生じることなく最大のパフォーマンスで可動軸を素早く移動させることが可能となる。

【0008】また、加加速度の最大値を規定することにより、加速度の切り替わりによる可動軸へのショックを軽減し、無用な振動が発生することを防ぐことが可能である。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】手動パルス発生器3で発生するパルス列は1回転の発生パルス数が100であるエンコーダ内蔵の手動パルス発生器3で倍率スイッチ1の設定により倍率セクタ2内の1パルスあたりの移動量が数値制御装置5に送られる。手動パルス発生器3から出力されたパルス列はカウンタ4でカウントされる。カウンタは32bitのアップダウンカウンタで任意の一定時間 $T_c = 5 \text{ msec}$ 毎にカウンタ4の値が読み込まれる。

【0010】数値制御装置5の処理について説明する。手動モードスタート101で開始し、手動モードの開始時には現在の可動軸の開始時目標位置 $x_{next}$ および仮の目標位置 $x_{dmy}$ としてそれぞれ別のメモリに記憶する。

【0011】103の処理において時間間隔 $T_c$ になるまで処理を待ち、 $T_c$ 毎にそれ以降の処理が行われる。104の処理にて倍率セクタ2の換算比率を読み込む。105においてアップダウンカウンタであるカウンタ4の値を読み込む。この値はカウンタ4が手動パルス発生器の発生したパルス数を $T_c$ 間でカウントしたもので、任意の一定時間 $T_c$ 毎に発生するタイミングで演算装置がカウンタを読み込むまでの $T_c$ 間のパルス数を数値演算装置5に転送する。106において換算比率とカウンタの測定値から $T_c$ 毎の可動軸の移動量 $s$ を算出する。107において演算装置は算出された移動量 $s$ と前述の開始時目標位置 $x_{next}$ のメモリに入った値とを加算し、新たな次の目標位置 $x_{next}$ を算出する。108においてフィルタは演算装置のプログラムであるデジタルの1次ローパスフィルタ（ここでは $f_c = 5 \text{ Hz}$ ）であって、目標位置 $x_{next}$ をフィルタリングし、フィルタを通した値を目標位置 $x_{filter}$ とする。このフィルタリングにより人が手動パルス発生器を回転される場合の回転ムラにより発生するパルス列の速度ムラを平滑化し、速度ムラの影響を軽減する。1\*

$$b_{-1} + 2c_{-1} + 3d_{-1} = b_0$$

と今回の係数が与えられる。

【0015】また、最大加速度及び最大加加速度は

(2)式を2階及び3階微分し、それぞれ、

$$x'' = 2c + 6dt \quad \dots (5)$$

$$x''' = 6d \quad \dots (6)$$

で求められる。加速度についても速度と同様に各 $T_c$ 毎のつなぎ目において不連続にならないことがこの点における加加速度が無限大にならない条件である。したがってつなぎ目において加速度の値が等しくする必要がある。そこで前回の補間式の係数と次の補間式の件数を※

$$|A_{max}| \leq |2c + 6d| \quad [t=1] \quad \dots (8)$$

\*09で目標位置 $x_{filter}$ と目標位置 $x_{dmy}$ から移動量 $s$ を算出する。

$$s = x_{filter} - x_{dmy} \quad \dots (1)$$

110において目標位置 $x_{filter}$ から目標位置 $x_{dmy}$ の補間計算を行う。目標位置を $x$ とすると補間計算で規定する補間式は

$$x = a + bt + ct^2 + dt^3 \quad \dots (2)$$

で表す。

【0012】ここで計算された補間式は加速度及び加加速度のクリップ手段である111のクリップ判断で判断され、この補間式から算出される $t=1$ の時の目標位置 $x$ を113において次の仮の目標位置 $x_{dmy}$ となるようにメモリされ、114で補間式の係数は可動軸の位置制御装置に値が転送される。ここで $T_c$ 間の処理は終了し、115で手動モードが終了していなければ再び処理は103に移る。

【0013】一方、114で転送されるコマンド及び多項式の係数は、可動軸の位置制御を行う位置制御装置に対しては同期タイミング $T_c = 5 \text{ msec}$ 毎に(2)式で示す多項式の係数 $a, b, c, d$ の形式で目標位置及び移動のコマンドとして与えられる。ここで $t$ は $T_c$ 時間を1とした無次元の値で $[0 \leq t \leq 1]$ の範囲で与えられ、位置制御装置は任意のサンプリング間隔 $T_s = 0.1 \text{ msec}$ 毎にコマンドを与えられた時点から $t = 0, 0.002, 0.004, \dots, 1$ の様に値をいれ算出された目標位置に可動軸を移動する。

【0014】ここで、前述の補間の係数の決定方法と112の処理の加速度及び加加速度のクリップ方法について説明する。補間式(2)式は $T_c$ 間毎に計算される。この時速度は(2)式を1階微分した式、

$$x' = b + 2ct + 3dt^2 \quad \dots (3)$$

で与えられる。ここでの補間の条件として、補間式のつなぎ目において加速度が無限大になるのを防ぐためには速度が不連続にならない事が条件である。各補間式の $t$ の範囲が $[0 \leq t \leq 1]$ で前回の補間式の係数を $a_{-1}, b_{-1}, c_{-1}, d_{-1}$ とし $t=1$ の値を算出し今回の補間式の係数を $a_0, b_0, c_0, d_0$ で $t=0$ としてつなぎ目の値を算出すると

$$\dots (4)$$

※前述の速度と同じように規定すると、

$$2c_{-1} + 6d_{-1} = 2c_0 \quad \dots (7)$$

となる。

【0016】前述したように $t$ の範囲は $[0 \leq t \leq 1]$ としているので(5)式で示す加速度の最大値は $t=0$ または $t=1$ の場合である。しかし、 $t=0$ の場合には前回の補間式の $t=1$ と同じ点で前回の補間において加速度のクリップは行われているので加速度の最大値の設定値を $A_{max}$ とすると、

を満たす加速度を与える、また、加加速度の最大値も規定されている。ここで仮に加加速度の規定最大値が  $J_{max}$  とすると (6) 式より

$$a_0 = a_{-1} + b_{-1} + c_{-1} + d_{-1} \quad \cdots (10)$$

$$b_0 = b_{-1} + 2c_{-1} + 6d_{-1} \quad \cdots (11)$$

$$c_0 = c_{-1} + 3d_{-1} \quad \cdots (12)$$

となるので  $d_0$  の与え方のみ考慮すればよい。

\*  $|J_{max}| \leq |3d|$   $\cdots (9)$   
となるように  $d$  の値を調整する。

【0017】ここで、今回の補間式の係数を求めると

\*  $x_1$  とすると

【0018】今回の補間式において  $t=1$  の目標位置を※

$$d_0 = x_1 - (a_{-1} + 2b_{-1} + 4c_{-1} + 10d_{-1}) \quad \cdots (13)$$

となるので、(7) (8) 式の条件に合う場合はそのままの係数が可動軸制御装置に与えられる。もしも、条件を満たさない (7)、(8) 式より  $J_{max}$ 、 $A_{max}$  から  $d_0$  が算出される。しかしながら、ここで  $J_{max}$ 、 $A_{max}$  から算出された  $d_0$  により算出される  $x_1$  は本当の  $x_1$  とは異なる加速度と加加速度をクリップされた補間式により算出された目標位置となる。

【0019】ここで計算された  $x_1$  を 114 のように仮の目標位置  $x_{dmv}$  に入れる。

【0020】以上の作業を  $T_c$  間隔で繰り返す。

【0021】〔他の形態の形態例〕前述の形態例と数値演算装置 5 内の処理が異なる。

【0022】202 の処理で手動モードの開始時には現在の可動軸の開始時目標位置を次回の目標位置  $x_{next}$  および仮の目標位置  $x_{dmv}$  としてそれぞれ別のメモリに記憶する。

【0023】203 の処理で可動軸処理装置 6 に対する同期間隔  $T_{syn} = 5 \text{ msec}$  の 2 倍の一定時間  $T_c = 10 \text{ msec}$  時間を設定。任意の加速度と加加速度の設定値  $A_{max} \cdot J_{max}$  から  $T_c$  間で加速及び減速して

【0024】204 はタイマであり  $T_c$  時間になるまで待ち  $T_c$  時間と共に処理を 205 に移す。処理 205 では倍率スイッチ 1 でセレクトされた倍率セクタ 2 の換算比率を読み込む。206 ではアップダウンカウンタであるカウンタ 4 の  $T_c$  間に手動パルス発生器 3 で発生したパルス数を読み込む。

【0025】207 で換算比率とカウンタの測定値から  $T_c$  間の可動軸の移動量  $s_{next}$  を算出する。次に 208 で演算装置 5 は算出された移動量  $s_{next}$  前述の開始時目標位置  $x_{next}$  のメモリに入った値とを加算し、新たな次回の目標位置  $x_{next}$  を算出する。また、ここで新たに更新された  $x_{next}$  から現在の仮の目標位置  $x_{dmv}$  との差を新たな  $s_{next}$  として算出する。この処理はあとで述べる 209 以降の処理で前回のステップ量  $s_{next}$  が加速度・加加速度の限界を超えた場合のステップ量の残量を今回のステップで処理する為の処理である。

【0026】209 において予め計算した  $s_{max}$  と  $s$

$s_{next}$  を比較する。比較結果  $s_{next}$  が  $s_{max}$  を超えた場合には 210 に処理を移し、そうでない場合には 211 に処理を移す。ここで 210 の処理で  $s_{next}$  が大きい場合には指令が加速度または加加速度の最大値を超えているので、これを超えない最大移動量である  $s_{max}$  を移動量として処理する。211 においては移動量が加速度・加加速度の最大値を超えないので、そのまま  $s_{next}$  をしようとする。210、211 においてステップ量を半分にし、加速分、減速分のステップ量に分け、 $T_{syn}$  間の移動量に分ける。212 では加速分の移動量から、位置のオフセットである係数  $a$  を除く  $b$ 、 $c$ 、 $d$  を算出する。213 において算出した現在の目標位置を位置のオフセット  $a$  として係数  $a \sim d$  及び移動コマンドを可動軸制御装置 6 に転送する。次に 214 で可動軸制御装置 6 との同期時間  $T_{syn}$  が経過したかチェックし、経過した場合には 215 で減速分の係数を算出し 216 で出力する。217 においては今回のステップ量を仮の目標位置  $x_{dmv}$  に加算し、目標位置を更新する。

【0027】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されているので、可動軸の加速度及び加加速度を任意の設定範囲内に納めることが可能であり、したがって、可動軸の応答範囲内に納めることが可能であり、可動軸の位置偏差の発生を防ぐことができる。また、加減速による可動軸の駆動源であるモータの負荷を一定範囲内に納めることも可能である。更に、加速度及び加加速度を可動軸の応答可能な最大値に規定した場合には、手動パルス発生器を用いて、位置偏差や制御の破綻を生じることなく最大のパフォーマンスで可動軸を素早く移動させることが可能となる。

【0028】また、この発明にあつては、加加速度の最大値を規定することにより、加速度の切り替わりによる可動軸へのショックを軽減し、無用な振動が発生することを防ぐことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明における形態例を示す図である。

【図 2】本発明における他の形態例を示す図である。

【図 3】従来例を示した図である。

【符号の説明】

20

30

40

50

7

- |     |                      |
|-----|----------------------|
| 6   | 可動軸制御装置              |
| 7   | 可動軸メカ機構              |
| 101 | ～116 数値演算処理装置内処理ルーチン |
| 201 | ～219 数値演算処理装置内処理ルーチン |
| 301 | 分周器                  |

[illegible][illegible]

【図 3】

